

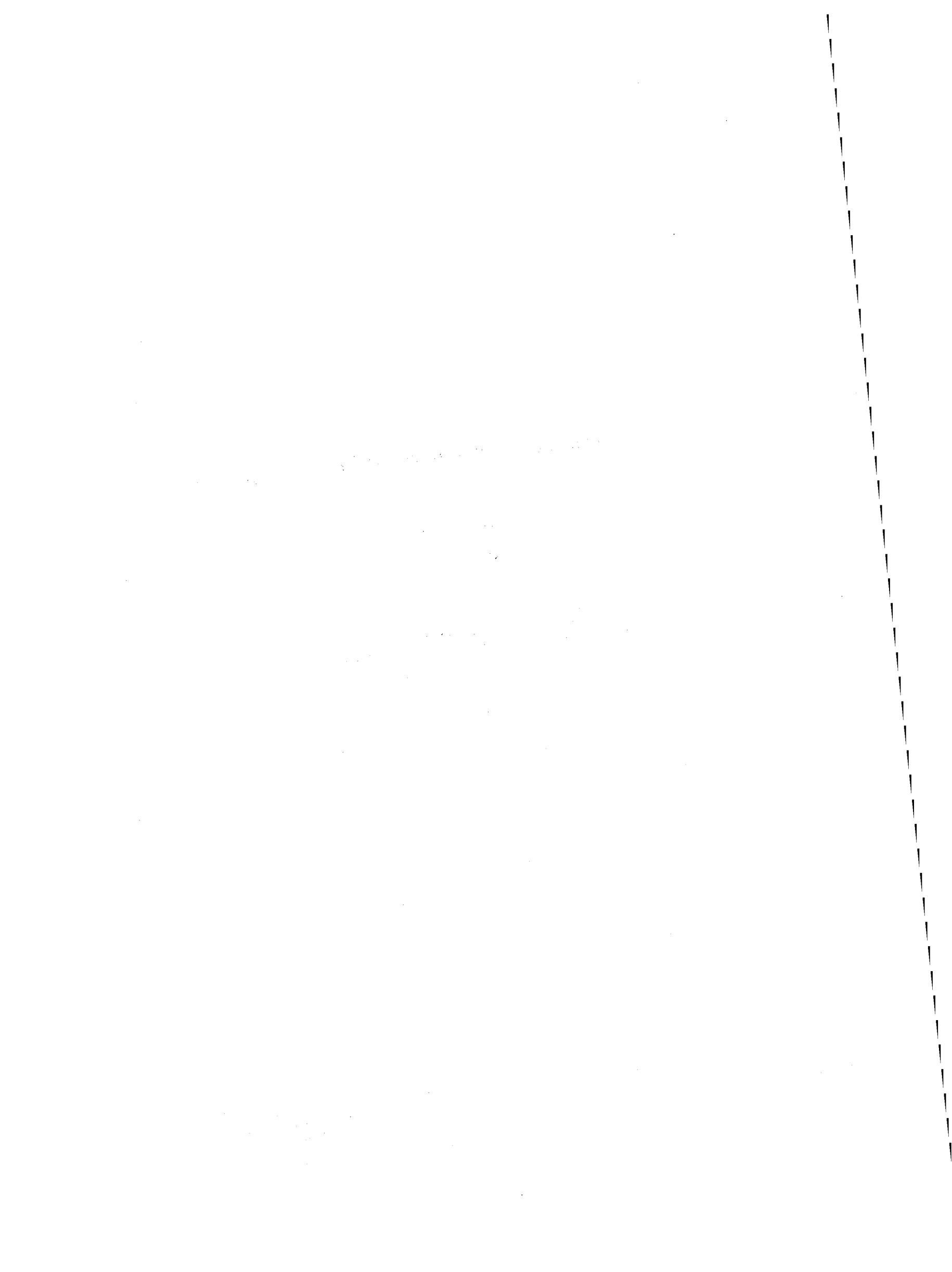
Aspectos gerais da tectónica alpina no Algarve

J.C. KULLBERG ¹
J. PAIS ¹
G. MANUPPELLA ²

1 - Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da UNL, Faculdade de Ciências e Tecnologia,
Quinta da Torre, P- 2825 Monte de Caparica, Portugal

2 - Serviços Geológicos de Portugal, Rua da Academia das Ciências, nº19-2º, P-1200 Lisboa, Portugal

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	Nº 11	pp. 293-302 2 figs., 2 quad.	1992
-------------------------	--------	-------	---------------------------------	------



RESUMO

Palavras-chave: Tectónica — Algarve — Portugal — Cenozóico.

A análise das estruturas tectónicas que afectam as unidades meso-cenozóicas do Algarve permitiu individualizar diferentes fases de actuação da orogenia alpina: distensão N-S no Mesozóico, até ao Cretácico inferior; compressão N-S durante a instalação do maciço de Monchique (Cretácico final); compressão (?) durante o Paleogénico (efeito local? - apenas no diapiro de Albufeira); distensão N-S até próximo do final do Miocénico inferior; distensão N-S e E-W no Burdigaliano superior ou Langhiano inferior; compressão N-S ou NNW-SSE a partir do final do Miocénico médio; compressão E-W pós Tortonian superior; compressão N-S durante o Quaternário.

As fases iniciais de distensão estão bem evidenciadas por fracturas NE-SW que afectam o soco paleozóico. Em consequência da distensão N-S geraram-se flexuras E-W activas desde muito cedo (Jurássico).

Um episódio de inversão tectónica deu-se, seguramente, depois da instalação do maciço sienítico de Monchique. Admitindo que a discordância entre Cretácico inferior e Miocénico inferior de Albufeira é apenas um efeito local devido a halocinese, a inversão tectónica maior ocorreu no Miocénico médio.

Estes episódios enquadram-se perfeitamente com os conhecidos, tanto no Sul de Espanha como no Norte de África em Marrocos.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Tectonique — Algarve — Portugal — Cenozoïque.

L'analyse des structures tectoniques qui concernent les unités méso-cénozoïques de l'Algarve a permis de distinguer quelques phases d'activité de l'orogénie alpine: distension N-S pendant le Mésozoïque jusqu'au Crétacé inférieur; compression N-S pendant l'intrusion du massif de Monchique (fin Crétacé); compression (?) au Paléogène (effet local? - seulement dans le diapir d'Albufeira); distension N-S presque jusqu'à la fin du Miocène inférieur;

distension N-S et E-W pendant le Burdigalien supérieur ou Langhien inférieur; compression N-S ou NNW-SSE depuis le Miocène moyen; compression E-W après le Tortonien supérieur; compression N-S au Quaternaire.

Les phases initiales de distension sont nettement mises en évidence par des fractures NE-SW qui atteignent le socle paléozoïque. Des flexures E-W, actives dès le Jurassique, ont en origine en conséquence de la distension N-S.

Un épisode d'inversion tectonique s'est vérifié certainement après l'intrusion du massif (à syénites néphéliniques) de Monchique. En admettant que la discordance à Albufeira entre le Crétacé inférieur et le Miocène inférieur ne représente qu'un effet local dû à la halocinèse, l'inversion tectonique majeur ne s'est vérifié qu'au Miocène moyen.

Les épisodes en question correspondent parfaitement à ceux qui ont été reconnus en Espagne du Sud et au Maroc.

ABSTRACT

Key-words: Tectonic — Algarve — Portugal — Cenozoic.

The study of the tectonic structures affecting the mesozoic and cenozoic deposits of Algarve's basin allows us to recognize the following phases of the Alpine orogeny: Jurassic (Upper Triassic at least)-Lower Cretaceous N-S distension; N-S compression during the setting-up of the Monchique syenite dome at the uppermost Cretaceous; Paleogene compression (?) (only locally? - at the Albufeira salt dome); Lower Miocene N-S distension; Upper Burdigalian to Lower Langhian N-S and E-W distension; N-S or NNW-SSE compression after the Middle Miocene; E-W compression after the Upper Tortonian; N-S compression during the Quaternary.

NE-SW fractures affecting the Paleozoic basement are related with the first distension phases.

The mesozoic N-S distension are the main cause of the two E-W flexures so far recognized.

A tectonic inversion event did occur after the setting-up of the Monchique syenite. If, the Lower Cretaceous-Lower Miocene Albufeira's unconformity, is a local effect of halokinesis then, the true tectonic inversion of the Algarve basin, did occur in the Middle Miocene.

These events correlate well with those known at Southern Spain and Morocco.



INTRODUÇÃO

O Algarve corresponde a uma região fortemente tectonizada. Fizeram-se sentir, de forma acentuada, os movimentos tectónicos da orogenia Alpina; para além da tectónica geral, deram-se movimentos importantes relacionados com halocinese.

A diferenciação da bacia algarvia deve estar relacionada com distensão precoce evidenciada pelas fracturas tardi-hercínicas, com orientação NE-SW, que afectam o soco paleozóico. Entre Sagres e S. Bartolomeu de Messines, ainda que rejeitado pelo desligamento direito de Portimão, o bordo N da bacia ainda tem essa orientação. Para Este, está rejogado pela importante falha de Quarteira, que, associada a outros acidentes aproximadamente E-W, o fez deslocar, progressivamente, no sentido direito. As falhas que afectam o soco podem ter funcionado, inicialmente, como desligamentos esquerdos de certa amplitude; podem ser tardi-hercínicas, datando, talvez do final do Paleozóico ou do início do Mesozóico e condicionaram o início da sedimentação na bacia algarvia (RIBEIRO *et al.*, 1979). No Terciário, estas mesmas fracturas, foram reactivadas como falhas inversas provavelmente com alguma componente de desligamento direito, em relação com fases compressivas N-S. Toda a estruturação da bacia foi fortemente condicionada por estes acidentes. Nesta, e em fases posteriores, a halocinese deve ter provocado efeitos locais de deformação, induzindo fracturação complexa, sem orientações dominantes, como pode ser observado a Este da falha de Quarteira.

ANÁLISE DOS AFLORAMENTOS

Até ao Cretácico inferior o regime foi distensivo com orientação aproximadamente N-S; condicionou toda a sedimentação do Triásico e do Jurássico (RIBEIRO *et al.*, 1979).

Nas imediações de Tunes, o Cretácico inferior apresenta falhas sinsedimentares com orientação

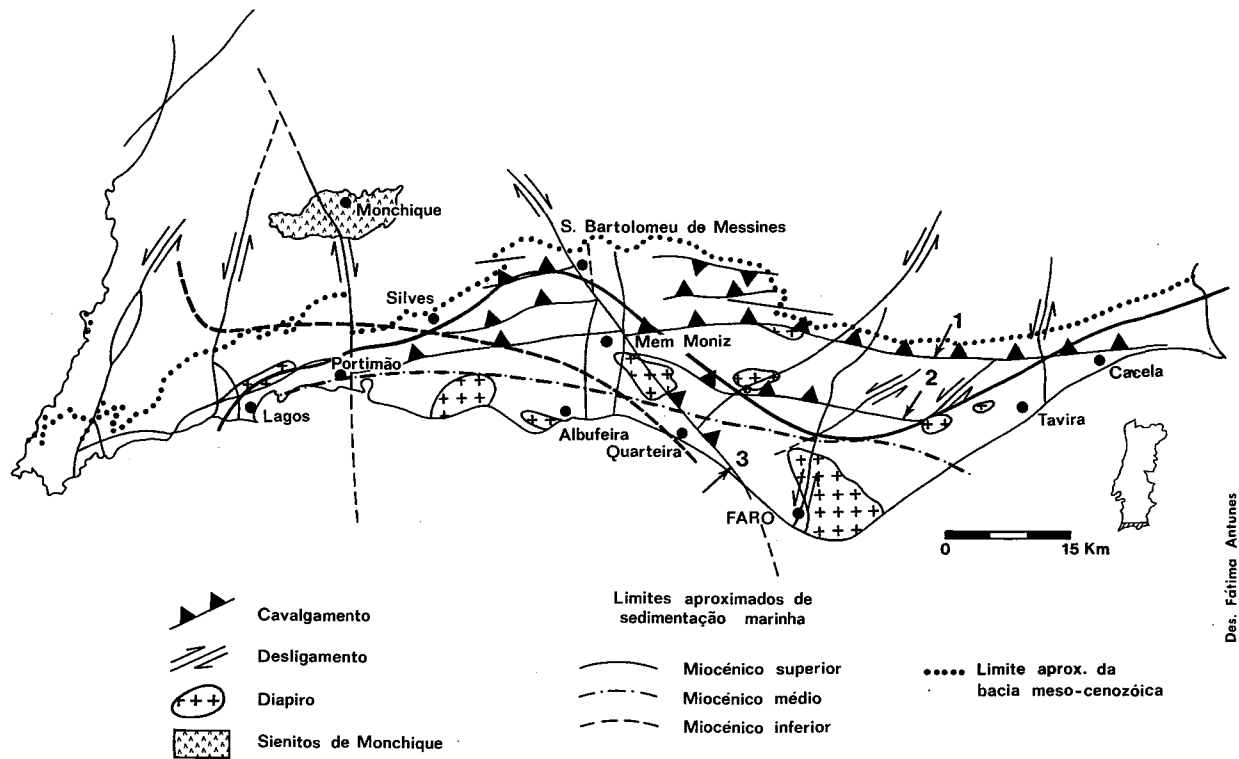
N10°W, normais, que revelam distensão, aproximadamente E-W. Este episódio distensivo já havia sido reconhecido através da observação de estruturas tardias relativamente aos depósitos (picos estilolíticos verticais, fendas “en échelon” submeridianas e falhas normais) por GRILLOT & ALMEIDA (1981-82). Por este facto, os autores afirmam que este episódio distensivo “ne peut être que postérieur à ces dépôts”; as observações agora efectuadas permitem afirmar que a distensão E-W é contemporânea do depósito dos “Arenitos quartzosos do Sobral” do Cretácico inferior.

O maciço sienítico de Monchique data do Cretácico final (67 a 71Ma) (MENDES, 1967-68). Instalou-se em regime compressivo com orientação N-S, como prova a forma elíptica com o eixo maior E-W (KULLBERG, 1983-85). Está afectado por duas famílias de fracturas, normais, orientadas N60°-N70° e N120°-N140° conjugadas. Estas fracturas, que podem ser responsáveis pela instalação do cortejo filoneano do maciço denunciam fenómenos distensivos com orientação N-S. As de orientação N120°-N140° foram preferencialmente reactivadas como falhas inversas; podem datar do Paleogénico ou ser mais modernas ainda.

À distensão N-S, estão seguramente relacionados fenómenos de flexurização. As flexuras, com orientação E-W, ter-se-ão mantido activas até o Miocénico médio e condicionaram o estilo tectónico regional. A subsidência progressiva para Sul iniciou-se no Mesozóico. Acumularam-se sedimentos jurássicos numa espessura que ultrapassa os 3000m.

Pelo menos no Miocénico inferior, geraram-se falhas sinsedimentares, antitéticas, distensivas, com direcção E-W, como pode observar-se na Praia da Rocha.

As flexuras principais (Fig. 1) são as da ribeira do Algibre e de Santo Estevão-Monte Figo-Vale Judeu. A primeira estende-se desde as proximidades de Cacula até Lagoa, onde desaparece sob o Terciário e Quaternário; admite-se, que se prolongue até à falha de Portimão-Monchique, que aparentemente a desloca



Des. Fátima Antunes

Fig. 1 — Carta paleogeográfica e estrutural do Algarve (RIBEIRO et al. 1990, modificado). 1 e 2 - flexuras da ribeira do Algibre e de S. Estevão-Monte Figo-Vale Judeu, respectivamente, reactivadas durante o Neogénico. 3 - falha de Quarteira.

no sentido direito [pela observação da cartografia (ROCHA, 1976)]. Esta flexura é afectada pela falha de Quarteira que a rejeita sob a acção de compressão N-S pós-Miocénico inferior; funciona como desligamento direito com componente inversa. A segunda desaparece na falha de Quarteira, a Este de Boliqueime. Quase todos os acidentes E-W são acompanhados por injeções de evaporitos (MANUPPELLA *et al.*, 1987a, 1987b).

Os depósitos paleogénicos aflorantes no Algarve são escassos. Todavia, na região de Albufeira, o Miocénico inferior assenta por discordância angular sobre o Cretácico inferior. Se, como vimos, o regime foi distensivo pelo menos até ao Cretácico final, até à instalação do maciço de Monchique, teremos de aceitar a existência de movimentos compressivos durante o Paleogénico. Esses movimentos seriam responsáveis pelo levantamento do Cretácico, antes da deposição do Miocénico na região de Albufeira e, provavelmente, pela reactivação das falhas normais do maciço de Monchique. Na plataforma continental o Paleocénico superior e o Eocénico inferior e médio estão basculados para N. O Eocénico superior é transgressivo sobre o conjunto anterior. Esta tectónica ante-Priaboniano é contemporânea da compressão Pirenaica e provocou alguns dobramentos e desligamentos em falhas aparentemente normais; provocou ainda o aprofundamento progressivo da margem continental que foi depois recoberta em transgressão pelo restante Terciário (MOUGENOT, 1989, p. 130). Todavia, em Porto de Mós (Lagos), não existe discordância angular significativa entre Cretácico e Miocénico, mas antes paraconformidade, o que poderá significar que

a discordância de Albufeira é local e provocada por halocinese.

No Miocénico inferior e parte inferior do médio o regime foi distensivo puro, como pode ser comprovados pelas falhas sin-sedimentares E-W e N-S que o afectam, nomeadamente, na Praia da Rocha.

Na plataforma continental o início do Miocénico médio corresponde à diferenciação da margem actual. Os depósitos batiais generalizam-se. Houve aprofundamento generalizado da plataforma de Norte para Sul, ao mesmo tempo que se formavam alinhamentos estruturais N60° a que corresponde a diferenciação de uma sub-bacia aberta para SW limitada pelo acidente de Faro e pelo banco do Guadalquivir. O basculamento da margem continental e as falhas que a afectam parecem estar relacionados com um episódio de compressão N-S a NW-SE compatível com a formação de falhas inversas N45° a N90° (MOUGENOT, 1989, p. 131). Esta fase tectónica não foi possível de caracterizar em terra.

Na região de Faro o Miocénico médio (Serravaliano) (MANUPPELLA *et al.*, 1987; ANTUNES, *et al.* 1984) está inclinado 80° para Sul e é sobreposto pelo Miocénico superior (Tortoniano) horizontal evidenciando tectónica no final do Miocénico médio. Todavia, apenas em Faro é possível verificar tal ocorrência, pelo que, a discordância pode ser também devida a fenómenos locais relacionados com diapirosmo.

Na plataforma continental, no Miocénico superior, formaram-se novas bacias sobre o Olistostroma de Gibraltar. Estas bacias geradas em regime distensivo, têm orientação sub-meridiana. Em terra

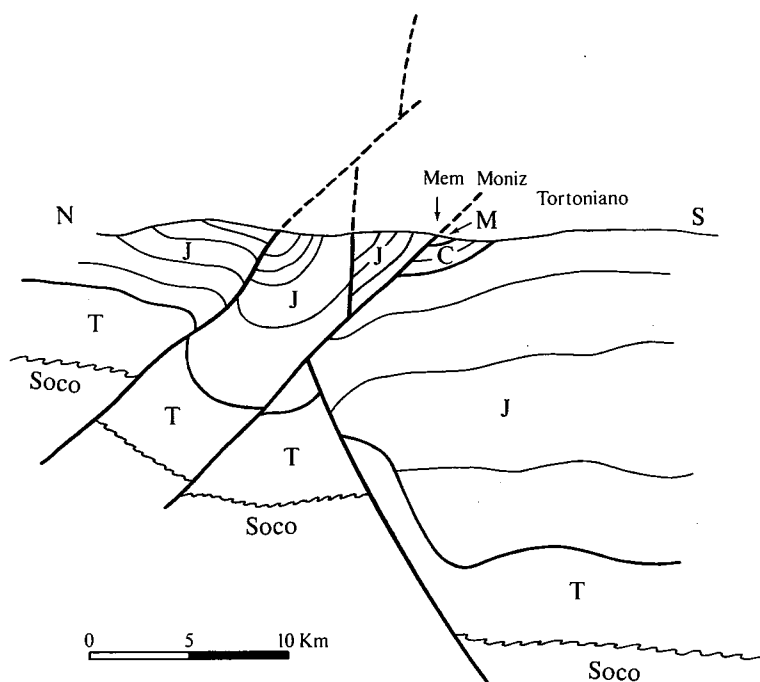


Fig. 2 — Perfil esquemático interpretativo da reactivação da flexura da ribeira do Algre em Mem Moniz. T - Triásico; J - Jurássico; C - Cretácico; M - Miocénico (Espangolitos de Mem Moniz). Escala vertical exagerada.

esta fase pode estar materializada pelo vulcanismo pós-burdigaliano da Figueira (COELHO & BRAVO, 1983) e por algumas microestruturas em calcários do Miocénico inferior (σ_3 N20°) (GRILLOT & ALMEIDA, 1982).

Nesta altura, e como resultado da intersecção da falha de Quarteira com a flexura da Ribeira do Algre, gerou-se uma fossa tectónica onde se depositaram os espangolitos de Mem Moniz, atribuídos ao Tortoniano inferior [não anterior à zona N16 de Blow (ANTUNES *et al.*, 1982; ANTUNES *et al.*, 1990)]. Estão afectadas por acidentes N70°-N80°, verticais, e, mesmo, por pequeno cavalgamento com orientação N60°W com vergência para Sul que evidenciam regime compressivo. Como consequência, formaram-se estruturas imbricadas, cavalgantes de Norte para Sul, com orientação geral E-W. As flexuras estão afectadas e rejogaram como falhas inversas (Fig.2). Este estilo tectónico pode ser observado na região a Norte de Algoz.

Talvez condicionados por estas estruturas, depositaram-se no Tortoniano médio ($6,72 \pm$ Ma, ANTUNES *et al.*, 1990), conglomerados heterométricos e poligénicos, com seixos estriados, em Galvanas e Vale de Éguas.

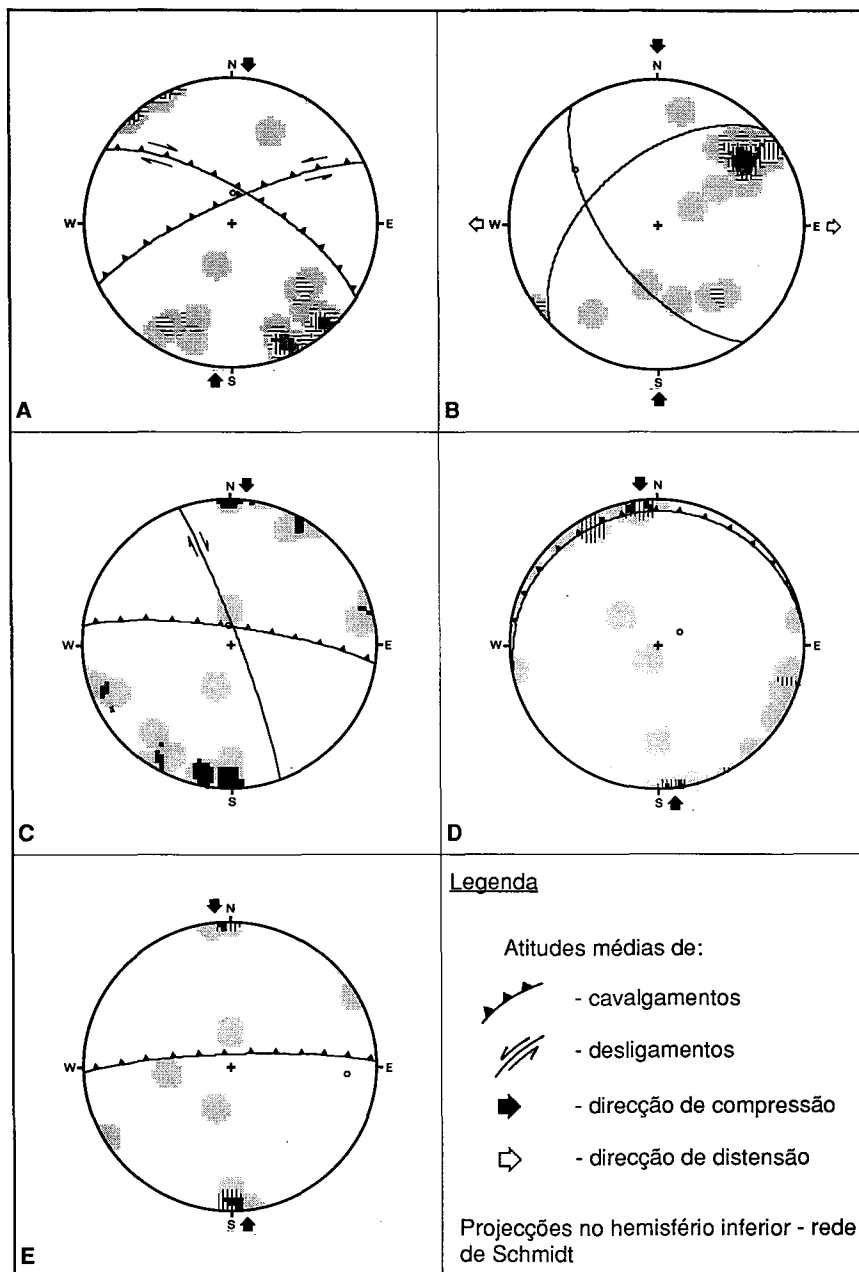
Para além destas falhas, existem outras, orientadas N-S, com componente de desligamento direito e que afectam o Quaternário. Foram contemporâneas da sedimentação no Miocénico inferior. Condicionaram a sedimentação desde muito cedo. Podem estar relacionadas com as fases de distensão inicial de diferenciação da bacia, tendo continuado a funcionar até ao Quaternário. Definem sub-domínios, alternadamente em graben ou

demigraben, e em horst, onde a sedimentação prosseguiu até ao Miocénico superior ou terminou no Miocénico inferior-médio. As principais são a de Lagos, a de Portimão, que se prolonga até Monchique, a de Armação de Pera, a de Albufeira, a de Faro e a de Tavira (MANUPPELLA *et al.*, 1986).

Algumas falhas e estilólitos com picos horizontais revelam a existência de um episódio compressivo E-W (Quad. I) até agora desconhecido no Algarve. A sua datação é, de momento, difícil de estabelecer. No entanto, o Tortoniano superior, em Galvanas (Faro), está afectado por falhas inversas, com orientação N17°W 70°E; também em calcários do Jurássico (Tunes) foram encontrados estilólitos horizontais com direcção E-W, denunciando, também, compressão com esta direcção. Este episódio terá que ser mais moderno que o Tortoniano. Poderá, eventualmente, ser pliocénico ou quaternário.

Apenas a falha de Quarteira, com orientação NW-SE, se afasta deste esquema geral. Pode representar fractura herdada do soco paleozóico. Manteve actividade episódica durante o Mesozóico e o Cenozóico; no Quaternário funciona como desligamento direito com componente inversa. No Miocénico, este acidente separava dois domínios diferentes. Enquanto o Miocénico inferior se depositou, fundamentalmente, a Ocidente desta fractura, em ligação com o Atlântico, o Miocénico médio já se depositou para Oriente; o Miocénico superior, à excepção do afloramento de Lagos, apenas existe, com espessura significativa, a Oriente da falha. A partir de então, esta região parece ter ficado a fazer parte do bordo Ocidental da bacia do Guadalquivir (ANTUNES *et al.*, 1990). A Oeste, a

QUADRO I



Quadro I — Estereogramas de estruturas medidas em diversas estações no Algarve. A - Cretácico terminal (Monchique); B - Miocénico inferior (Albufeira); C - Miocénico médio (Albufeira); D - Miocénico superior (Mem Moniz); E - Quaternário (Portimão).

espessura total do Miocénico superior não ultrapassa alguns metros, e apenas é conhecido junto ao litoral, entre Armação de Pera e Albufeira. Em Lagos, o aparecimento de Miocénico superior pode estar relacionado com actividade diapírica. A deposição do Miocénico médio não parece ter sido afectada por esta falha; a distribuição dos afloramentos e das fácies são homogéneas a Este e a Oeste deste acidente.

CONCLUSÕES

Foi possível reconhecer no Algarve as seguintes fases tectónicas:

- DISTENSÃO N-S durante o Mesozóico até ao Cretácico inferior;
- COMPRESSÃO N-S durante a instalação do maciço de Monchique (Cretácico final);
- DISTENSÃO N-S até ao final do Miocénico inferior; no Burdigaliano superior ou Langhiano inferior distensão segundo duas direcções (N-S e E-W), com $\sigma_1 > \sigma_2 > 1 > \sigma_3$;
- COMPRESSÃO N-S ou NNW-SSE a partir do final do Miocénico médio;
- COMPRESSÃO E-W pós-Tortoniano superior
- COMPRESSÃO N-S durante o Quaternário.

QUADRO II

Cronostratigrafia	Coluna litológ. sintética	Unidades litostratigráficas	Tectogénese	Evolução cinemática	Tectónica regional (Península Ibérica)
1,8 M.A.	Quaternário	Dunas, aluviões e terraços	Falha de Quarteira		↑ Arrábida ↑ Fase bética
		Areias de Faro-Quarteira	Falha de Quarteira		
		Depósitos de Algoz e Morgadinho			
		NEOGENICO	Pliocénico	Formação de Cacela	
Conglom. de Galvanas					
Siltitos glauconíticos da Campina de Faro	Falha de Quarteira				
Espongolitos de Mem Moniz		Inversão tectónica maior			
MIOCENICO	Médio		Arenitos e Calc. ?	Diapiro de Faro	
		Olhos de c/ seixos			
24 M.A.	Interior	Formação Carbonatada de Lagos-Portimão	Diapiro de Albufeira		↑ Fase pirenaica
		?			
64 M.A.	Superior	Conglom. da Guia	Inversão tectónica menor		↓ Fase pirenaica
		(Lacuna)	Instalação do complexo subvulcânico de Sines		
CRETÁC.	Superior		Continuação do desenvolvimento das flexuras e falhas normais		Sintra/Sines/Monchique

Quadro II — Síntese da litostratigrafia e da tectónica do Algarve.

As observações de campo permitem afirmar que a bacia algarvia se encontrou, em termos gerais, em regime distensivo durante todo o Mesozóico até o final do Miocénico inferior. Apenas no Cretácico terminal, associado à rotação da Península Ibérica e à instalação dos maciços sub-vulcânicos de Sintra, Sines e Monchique (KULLBERG, 1983-85) houve um episódio tectónico compressivo, associado à fase pirenaica.

A falta de depósitos paleogénicos bem caracterizados dificulta a interpretação dos fenómenos tectónicos então ocorridos. No diapiro de Albufeira observa-se uma discordância angular de cerca de 90° entre os depósitos do Cretácico inferior e os do Miocénico inferior, o que poderá traduzir apenas deformação local por halocinese. No entanto,

VANNEY & MOUGENOT (1981) indicam, a partir de observações na plataforma continental, a ocorrência de episódios compressivos (fases pirenaicas) associados a movimentos entre as placas europeia e africana.

A inversão tectónica maior, bética, da bacia Algarvia ocorreu no Miocénico médio. A discordância existente no diapiro de Faro (final do Serravaliano) pode ser uma das primeiras manifestações dessa inversão. A abertura da fossa de Mem Moniz (Tortoniano inferior), pode resultar da formação de um relevo estrutural, por reactivação da flexura da ribeira do Algibre conjugada com movimentação na falha de Quarteira (Fig. 3).

À luz das datações atribuídas para os depósitos miocénicos da Arrábida (CHOFFAT, 1908;

ZBYSZEWSKI, 1967), existe correlação bastante aproximada com a génese desta cadeia. Recentemente, PAIS *et al.* (1991) caracterizaram diversas unidades litológicas e fases tectónicas na Arrábida, sem, contudo, conseguirem confirmar as idades referidas anteriormente. Deste modo, é possível que com novas determinações de idade (estudos em curso)

venham a ser introduzidas algumas alterações às propostas anteriores.

Estes episódios enquadram-se com os conhecidos tanto no Sul de Espanha, no domínio bético, como no Norte de África (BRAHIM & CHOTIN, 1989; BRAHIM *et al.*, 1989; MOUSSA *et al.*, 1989).

BIBLIOGRAFIA

- ANTUNES, M.T.; BIZON, G.; A. NASCIMENTO & PAIS, J. (1982) — Nouvelles données sur la datation des dépôts miocènes de l'Algarve (Portugal) et l'évolution géologique régionale. *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, nº6, pp.153-168, 2 figs.
- ANTUNES, M.T.; CIVIS, J.; DABRIO, C.J.; PAIS, J.; SIERRA, F.J.; GLEZ.-DELGADO, J.A.; FLORES, J.A. & VALLE, M.F. (1990) — El Neogeno del Algarve (Portugal) y de la Cuenca del Guadalquivir (España). *Actas de Paleontología*, Salamanca, nº68, pp.65-73.
- ANTUNES, M.T.; REGÊNCIO DE MACEDO, C.; PAIS, J. & PORTUGAL FERREIRA, M. (1984) — Datação K-Ar de glauconites do Miocénico superior de Galvanas e da Campina de Faro (Algarve oriental). *Memórias e Notícias*, Coimbra, nº98, pp.1-7.
- BRAHIM, A. & CHOTIN, P. (1989) — Tectonique plio-quadernaire du detroit de Gibraltar (Rif) Maroc. *1^{er} colloque du Néogène Atlantico-Mediterraneen*, Tétouan, pp. 3-4.
- BRAHIM, A.; CHOTIN, P.; RAMDANI, M. & TADILI, B. (1989) — Definition of seismotectonic zones in the Central and Oriental Rif (Marocco). *1^{er} colloque du Néogène Atlantico-Mediterraneen*, Tétouan, pp. 5-6.
- CHOFFAT, P. (1908) — Essais sur la tectonique de l'Arrábida. *Comm. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 89 p.
- COELHO, A.V.P. & BRAVO, A.M.S. (1983) — Exemplo de vulcanismo tardio em Portugal. Rocha ígnea post-Miocénico inferior (Figueira - Algarve). *Ciências da Terra (UNL)*, Lisboa, nº 7, pp.99-114.
- GRILLOT, J.-C. & ALMEIDA, C. (1981-1982) — Tectonique cassante posthercynienne dans l'Algarve (Sud du Portugal). Incidence sur l'hydrogéologie karstique. *Rev. Géol. Dyn. et Géographie Physique*, Paris, vol. 23, fasc. 2, pp. 119-130.
- KULLBERG, M. C. (1983-85) — Controlo estrutural na instalação do maciço de Sintra. *Bol. Soc. Geol. Portugal*, Lisboa, vol. XXIV, pp. 219-223.
- MANUPPELLA, G.; MARQUES, B. & ROCHA, R. B. (1988) — Évolution tectono-sédimentaire du bassin de l'Algarve pendant le Jurassique. 2nd International Symposium on Jurassic Stratigraphy, *Centro de Estratigrafia e Paleobiologia e Centro de Geociências da Universidade de Coimbra (INIC)*, Lisboa, vol. II, pp.1031-1046, 3figs.
- MANUPPELLA, G.; PAIS, J. & ANTUNES, M.T. (1986) — Controlo estrutural da sedimentação neogénico no Algarve. *Maleo*, Lisboa, vol.2, nº13, p. 26.
- MANUPPELLA, G.; RAMALHO, M.; ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1987) — Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 53B-Tavira. *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa, 35 p.
- MANUPPELLA, G.; RAMALHO, M.; ANTUNES, M.T. & PAIS, J. (1987a) — Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000. Notícia explicativa da folha 53A-Faro. *Serviços Geológicos de Portugal*, Lisboa, 52 p.
- MENDES, F. (1967-68) — Contribution à l'étude géochronologique, par la methode au Strontium, des formations cristallines du Portugal. *Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciências de Lisboa*, vol. 11, pp. 1-155.
- MOUGENOT, (1989) — Geologia da margem portuguesa. *Instituto Hidrográfico, Doc. Técnicos*, Lisboa, nº 32, pp. I-259, figs. I-1 - VII-4.
- MOUSSA, A.; BRAHIM, A. & CHOTIN, P. (1989) — Association des regimes décrochant et normal par permutation des axes de contraintes σ_1 - σ_2 dans le bassin neogène de Melilla-Nadorkert (Rif Oriental). *1^{er} colloque du Néogène Atlantico-Mediterraneen*, Tétouan, pp. 9-10.
- PAIS, J.; LEGOINHA, P. & KULLBERG, J. (1991) — Novos elementos acerca do Neogénico da Arrábida (Serra da Arrábida). *III Cong. Nacional de Geologia*, Coimbra, p. 122.
- RIBEIRO, A.; ANTUNES, M.T.; FERREIRA, M.P.; ROCHA, R.B.; SOARES, A.F.; ZBYSZEWSKI, G.; MOITINHO DE ALMEIDA, F.; CARVALHO, D. & MONTEIRO, H. (1979) — Introduction à la géologie du générale Portugal. *Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 114p.
- RIBEIRO, A.; KULLBERG, M.C.; KULLBERG, J.C.; MANUPPELLA, G. & PHIPPS, S. (1990) — A review of alpine tectonics in Portugal: foreland detachment in basement and cover rocks.
- ROCHA, R. (1976) — Estudo estratigráfico e Paleontológico do Jurássico do Algarve Ocidental. *Ciências da Terra (U.N.L.)*, Lisboa, nº 2, pp.1-178, 2 map.
- VANNEY & MOUGENOT (1981) — La plate-forme continentale du Portugal et des provinces adjacentes: analyse géomorphologique. *Mem. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, nº 28, pp. 1-86.
- ZBYSZEWSKI, G. (1967) — Contributions à l'étude du Miocène de la serra da Arrábida. *Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, t. LI, pp. 37-148, 12 pl.